



REÇU	08 OCT. 2004
OMPI	/ PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 28 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété Industrielle
Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE'.

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

BR1

DB 540 @ W / 010801

REPRISE DES FICHES DATE 30 JUIN 2003 LIEU 75 INPI PARIS		Réserve à l'INPI Cet imprimé est à remplir visuellement à l'encre noire DB 540 W / 010801	
N° D'ENREGISTREMENT 0307889 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 30 JUIN 2003 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Bureau D.A. CASALONGA - JOSSE 8, avenue Percier 75008 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) B03/0096FR-GBR			
Confirmation d'un dépôt par télecopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télecopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Procédé et dispositif d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique de véhicule automobile			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date	N°
		Pays ou organisation Date	N°
		Pays ou organisation Date	N°
		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale	<input type="checkbox"/> Personne physique
Nom ou dénomination sociale		RENAULT s.a.s	
Prénoms			
Forme juridique		Société par actions simplifiée	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège	Rue	13/15 Quai le Gallo	
	Code postal et ville	92100 BOULOGNE-BILLANCOURT	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télecopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES	Réervé à l'INPI
DATE	30 JUIN 2003
LIEU	75 INPI PARIS
N° D'ENREGISTREMENT	0307889
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 © W / 010801

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom		
Prénom		
Cabinet ou Société		
Bureau D.A. CASALONGA - JOSSE		
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue	8, avenue Percier
	Code postal et ville	[7 5 0 0 8] PARIS
	Pays	
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
7 INVENTEUR (S)		
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		
<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)		
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat ou établissement différé <input type="checkbox"/>		
Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt		
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition.) <input type="checkbox"/> Obtenu antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG []		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR ET DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
 Axel CASALONGA, bm 92-1044 I Conseil en Propriété Industrielle		
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI L. MARIELLO		

**Procédé et dispositif d'estimation d'une masse d'oxydes
d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique de
véhicule automobile**

5 La présente invention concerne un procédé et un système d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote traversé par les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile.

10 L'estimation de la masse d'oxydes d'azote stockée dans un tel dispositif de piégeage catalytique est notamment utile pour gérer la régénération du dispositif de piégeage catalytique, en alimentant le moteur avec un mélange plus riche en carburant lors d'une phase de régénération dudit dispositif.

15 En effet, afin de répondre à la baisse des seuils admis pour les émissions de gaz polluants des véhicules automobiles, un dispositif de piégeage catalytique peut être disposé dans la ligne d'échappement du moteur. Contrairement à un catalyseur d'oxydation traditionnel, le dispositif de piégeage catalytique fonctionne de façon discontinue, c'est-à-dire qu'en fonctionnement nominal en mélange pauvre en carburant, le dispositif catalytique piège les oxydes d'azote, mais ne les traite pas. Pour régénérer le dispositif de piégeage catalytique, le moteur doit fonctionner en mélange riche en carburant pendant une courte période de régénération du dispositif, afin que les hydrocarbures imbrûlés et les monoxydes de carbone alors émis en grande quantité réduisent les oxydes d'azote stockés.

20 Pour optimiser le traitement de l'ensemble des polluants, il est nécessaire de gérer au mieux les phases de stockage et de régénération du piège. Il est notamment nécessaire d'estimer au cours du temps la quantité d'oxydes d'azote stockée, ou du moins l'efficacité de stockage en oxydes d'azote du dispositif de piégeage, pendant le fonctionnement nominal du moteur en mélange pauvre en carburant.

Le brevet DE 199 07 382 porte sur l'estimation de la température d'un dispositif de piégeage d'oxydes d'azote à partir de la température des gaz en amont du dispositif de piégeage. Toutefois, il n'est pas utilisé pour estimer les quantités d'oxydes d'azotes adsorbés, 5 ni les efficacités de stockage et de purge.

L'invention a pour but, au vu de ce qui précède, de proposer une solution qui permette d'estimer la masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote, de manière plus précise que dans les méthodes connues.

Le procédé selon l'invention permet d'estimer une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, traversé par les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile, comportant une unité de contrôle électronique. Dans ce procédé, on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en plusieurs (n) réacteurs individuels successifs parfaitement agités. De plus, on combine un modèle thermique, permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique, des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur.

Les propriétés d'adsorption d'oxydes d'azote de la phase catalytique sont très fortement liées à la température des sites d'adsorption. La combinaison d'un modèle d'adsorption se basant sur l'état thermique de la phase catalytique à un modèle thermique permet d'améliorer efficacement les estimations.

Dans un mode de mise en œuvre préféré, on effectue une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i ($i=1 \text{ à } n$) étant une fonction prédéterminée de la température de la

phase catalytique du réacteur individuel i . Ladite capacité de stockage est une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i , le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique, et son empoisonnement au soufre.

5 Dans un mode de mise en œuvre avantageux, on calcule la masse d'oxydes d'azote adsorbée instantanément (dNS_i/dt) par le dispositif de piégeage catalytique de chaque réacteur individuel i ($i=1$ à n) au moyen de la relation suivante :

$$\frac{dNS_i}{dt} = NOx_i * Eff_i$$

10 dans laquelle :

NOx_i : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du réacteur individuel i , en g/s, NOx_1 calculé ;

Eff_i : efficacité de stockage instantanée dans le réacteur individuel i , fonction prédéterminée de NS_i/NSC_i et de T_i , obtenue par bouclage du calcul de NS_i/NSC_i ;

15 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i , en g ;

NSC_i : masse maximale d'oxydes d'azote pouvant être stockée par le réacteur i , en g

20 T_i : température de la phase catalytique en entrée du réacteur individuel i , calculée par le modèle thermique, en K.

Dans un mode de mise en œuvre préféré, on calcule la masse d'oxydes d'azote (NS_i) présente dans le réacteur individuel i depuis la fin de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique au moyen de la relation suivante :

$$NS_i = \int_{t_0}^t \left(\frac{dNS_i}{dt} \right) dt + NS_i(t_0)$$

dans laquelle :

intervalle t_0 à t : intervalle de temps entre la fin (t_0) de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique et l'instant présent (t), en s ; et

30 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i , en g.

$NS_i(t_0)$: masse estimée d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i à l'instant t_0 correspondant à la fin de la dernière phase de régénération du dispositif catalytique (1), en g.

5 Dans un mode de mise en œuvre avantageux, on calcule la masse totale (NS) d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique au moyen de la relation suivante :

$$NS = \sum_{i=1}^n NS_i$$

dans laquelle :

- 10 NS : masse totale d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique, en g ; et
 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur individuel i , en g.

15 Dans un mode de mise en œuvre préféré, on calcule le débit d'oxydes d'azote non traités quittant le dernier réacteur n , au moyen de la relation suivante :

$$NOx_sortie\ échappement = NOx_n * (1 - Eff_n)$$

dans laquelle :

- 20 $NOx_sortie\ échappement$: débit massique d'oxydes d'azote non traités, en sortie d'échappement après traversée du dispositif de piégeage catalytique, en g/s ;
 NOx_n : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du dernier réacteur n , en g/s ; et
 $25 Eff_n$: efficacité de stockage instantanée dans le dernier réacteur n .

30 Dans un mode de mise en œuvre avantageux, on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en un nombre de réacteurs individuels successifs parfaitement agités compris entre 1 et 6.

Le dispositif selon l'invention permet d'estimer d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, et traversé par

les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne de véhicule automobile, comportant une unité de contrôle électronique. Le dispositif comprend en outre :

- des moyens pour discréteriser la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en plusieurs (n) réacteurs individuels successifs parfaitement agités ; et
- des moyens pour estimer la masse d'oxydes d'azote présente dans le dispositif de piégeage catalytique en combinant un modèle thermique permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3).

Dans un mode de réalisation préféré, le dispositif comprend des moyens pour effectuer une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i. Ladite correction est une fonction prédéterminée de la température d'entrée du réacteur individuel i, et ladite capacité de stockage est une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i, le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique, et son empoisonnement au soufre.

Une application particulièrement intéressante de l'invention consiste à régénérer périodiquement un dispositif de piégeage catalytique d'oxydes d'azote traversé par les gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne à mélange pauvre de véhicule automobile comportant une unité de contrôle électronique. On estime la masse d'oxydes d'azote piégée dans le dispositif de piégeage catalytique au moyen du procédé selon l'invention, ou avec un dispositif selon

l'invention, qui sera une donnée d'entrée d'un dispositif de gestion des phases de régénération du dispositif catalytique.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple nullement limitatif, et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif selon l'invention ;
- la figure 2 est un diagramme illustrant un réacteur individuel selon l'invention ; et
- la figure 3 est un diagramme illustrant un dispositif discréétisé selon l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté l'architecture générale d'un système d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique 1 d'oxydes d'azote traversé par des gaz d'échappement 2 d'un moteur 3 à combustion interne de véhicule automobile 4, alimenté en mélange pauvre en carburant, comportant une unité de contrôle électronique 5. L'unité de contrôle électronique 5 est connectée avec le dispositif de piégeage catalytique 1, et avec le moteur 3.

Le moteur 3 rejette des gaz d'échappement dans la ligne d'échappement 2. Ces gaz d'échappement traversent le dispositif de piégeage catalytique 1 qui va stocker une partie des oxydes d'azote contenus dans les gaz d'échappement. Ces gaz sont ensuite rejetés dans l'atmosphère. L'unité électronique de calcul est reliée à des moyens de commande du moteur 3 permettant de faire fonctionner le moteur 3 en mélange riche en carburant comme moyen de régénération du dispositif de piégeage catalytique 1.

La figure 2 représente un réacteur individuel 6 parfaitement agité de rang i appartenant à la discréétisation du dispositif de piégeage catalytique 1 en n réacteurs individuels parfaitement agités, pour un modèle d'adsorption, selon l'invention. On décrit ici, à titre d'exemple, un modèle thermique permettant de calculer à partir de certaines données en entrée la température de sortie sur un réacteur

individuel. On peut également prendre un autre modèle thermique valable. Ce modèle utilise également une discréétisation du dispositif catalytique en réacteurs individuels, indépendante de la discréétisation du modèle d'adsorption. Ce modèle thermique permet de calculer la température de sortie d'un réacteur individuel de rang k du modèle thermique correspondant à l'entrée d'un réacteur individuel de rang i du modèle d'adsorption. Le réacteur individuel de rang k du modèle thermique est choisi de manière à ce que sa température en sortie soit celle du réacteur de rang i du modèle d'adsorption, en d'autres termes de manière à ce qu'une partie de la phase catalytique de ces deux réacteurs individuels soit commune.

En entrée du réacteur individuel 7 de rang k du modèle thermique, ledit modèle thermique pris à titre d'exemple utilise le débit massique Qg des gaz d'échappement, dont la valeur est amenée sur l'entrée 8 du réacteur 7, la température T_{k-1} arrivant sur l'entrée 9 dudit réacteur individuel 7 de rang k-1. La température T_{ext} mesurée sous le capot moteur et amenée à l'entrée 10, la vitesse du véhicule amenée sur l'entrée 11, et les concentrations des substances contenues dans les gaz d'échappement en entrée du dispositif de piégeage catalytique 1 sont amenées sur l'entrée 12. Le modèle thermique permet de calculer la température T_k de sortie 13 du réacteur individuel 7 de rang k-1, qui sert de température d'entrée T_i du réacteur individuel 6 de rang i pour le modèle d'adsorption, la valeur de T_k égale à T_i étant amenée par la connexion 13.

Le modèle d'adsorption utilise, en entrée d'un réacteur individuel 6 de rang i dudit modèle d'adsorption, la température en entrée T_i , amenée sur l'entrée 13, le débit massique NOx_i d'oxydes d'azote amené sur l'entrée 14, un facteur correctif comme la vitesse volumique horaire VVH_i sur l'entrée 15, et d'éventuelles autres corrections, comme le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique 1 ou le niveau d'empoisonnement au soufre sur l'entrée 16. En effet, le vieillissement thermique du dispositif de piégeage catalytique se traduit par une diminution irréversible de la surface spécifique d'échange accessible aux gaz. Le vieillissement thermique impacte donc l'adsorption des

oxydes d'azote ainsi que la réduction de ces oxydes d'azote lors des phases de régénération du dispositif. des modifications irréversibles de la phase active en contact avec les gaz d'échappement, comme le frittage des métaux précieux, et de modifications irréversibles de la 5 structure poreuse à base d'alumine, comme le frittage de l'alumine. De plus, la phase catalytique est sensible à l'empoisonnement par le soufre, car les oxydes de soufre Sox, entrant en compétition avec les oxydes d'azote NOx, viennent se fixer sur les sites actifs de la phase catalytique. Ces oxydes de soufre ne sont pas réduits ou désorbés lors 10 des phases de régénération des NOx, il faut effectuer une régénération spécifique par désorption thermique en présence de réducteurs. Un bloc 17 calcule alors la masse maximale, NSC_i d'oxydes d'azote pouvant être stockée par le réacteur i 6, en sortie 18 du bloc 17. Cette 15 masse maximale NSC_i dépend notamment de la température dans le réacteur de rang i, et de la vitesse volumique horaire et la composition du gaz. Un bloc 19 calcule le rapport NS_i/NSC_i en oxydes d'azotes du réacteur individuel 6 de rang i en sortie 20 du bloc 19, ainsi que la masse NS_i d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i 6 en sortie 21 du bloc 19. Le bloc 19 effectue ces calculs au moyen de l'entrée 18 20 NSC_i, et de l'entrée 22 représentant la quantité d'oxydes d'azote adsorbée instantanément dNS_i/dt par le réacteur i 6. La quantité d'oxydes d'azote adsorbée instantanément dNS_i/dt par le réacteur i 6 est calculée par un bloc 23. Le modèle d'adsorption comprend un bouclage du rapport NS_i/NSC_i en oxydes d'azotes du réacteur 25 individuel 6 de rang i du bloc 19 sur le bloc 23 par la connexion 20. La masse NSC_i du réacteur individuel 6 de rang i est une fonction prédéterminée de T_i. Le bloc 23 calcule également, en sortie 24, l'efficacité Eff_i de stockage instantanée d'oxydes d'azote dans le réacteur individuel 6 de rang i, comme une fonction prédéterminée du rapport NS_i/NSC_i et de T_i. Un bloc 25 calcule alors le débit 30 massique d'oxydes d'azote NOx_i+1 en sortie 26 du réacteur individuel 6 de rang i, qui sera le débit massique en entrée du réacteur de rang i+1. Ce calcul, effectué par le bloc 25 au moyen de la formule $(1-Eff_i)*NOx_i$ qui prend en entrée l'efficacité Eff_i de stockage

instantanée d'oxydes d'azote et le débit massique NOx_i d'oxydes d'azote. Le modèle d'adsorption permet de calculer le débit massique d'oxydes d'azote NOx_{i+1} en sortie 26 du réacteur individuel 6 de rang i , qui sera une entrée du modèle d'adsorption pour le réacteur individuel de rang $i+1$. La valeur NOx_1 du débit massique d'oxydes d'azote en entrée du premier réacteur et la vitesse volumique horaire VVH_i sont calculées au moyen de modèles connus ou mesurées. La quantité d'oxydes d'azote instantanément adsorbée par le réacteur individuel 6 de rang i dNS_i/dt est calculée au moyen du produit $NOx_i * Eff_i$. On en déduit ensuite la masse d'oxydes d'azote NS_i stockée dans le réacteur individuel 6 de rang i en intégrant la masse adsorbée instantanément dNS_i/dt sur l'intervalle de temps entre la fin de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique et l'instant présent et en y ajoutant la masse estimée d'oxydes d'azote $NS_i(t_0)$ présente dans le réacteur i à l'instant t_0 correspondant à la fin de la dernière phase de régénération du dispositif catalytique (1).

Au final, on a calculé la masse d'oxydes d'azote présente dans le dispositif de piégeage catalytique 1 en sommant les masses d'oxydes d'azote NS_i présentes dans chaque réacteur individuel 6 de rang i , pour i allant de 1 à n : $NS = \sum_{i=1}^n NS_i$. On peut également calculer le débit massique d'oxydes d'azote non traités par le dispositif de piégeage catalytique 1.

La figure 3 représente un dispositif discrétilisé selon l'invention, en trois réacteurs individuels successifs parfaitement agités, à savoir le réacteur 27 de rang 1, le réacteur 28 de rang 2, et le réacteur 29 de rang 3. Chaque réacteur de rang i se comporte comme cela est expliqué dans la figure 2. Nous avons en entrée 30 le débit massique d'oxydes d'azote NOx_moteur en sortie du moteur 3, qui est le débit massique d'oxydes d'azote NOx_1 en entrée 30 du premier réacteur 27. On calcule alors la masse d'oxydes d'azote NS_1 , en sortie 31, stockée dans le premier réacteur 27, et le débit massique d'oxydes d'azote NOx_2 en sortie 32 du premier réacteur 27 et en entrée 32 du

deuxième réacteur 28. De même, on calcule la masse d'oxydes d'azote NS_2, en sortie 33, stockée dans le deuxième réacteur 28, et le débit massique d'oxydes d'azote NOx_3 en sortie 34 du deuxième réacteur 28 et en entrée 34 du troisième réacteur 29. Puis, on calcule la masse d'oxydes d'azote NS_3, en sortie 35, stockée dans le troisième réacteur 29, et le débit massique d'oxydes d'azote NOx_4 en sortie 36 du troisième réacteur 29 soit le débit massique d'oxydes d'azote NOx_sortie_échappement en sortie 36 du dispositif de piégeage catalytique 1. Nous avons donc calculé le débit massique d'oxydes d'azote NOx_sortie_échappement en sortie 36 du dispositif de piégeage catalytique 1 et il suffit de sommer NS_1, NS_2, et NS_3 pour obtenir la quantité totale cumulée dans le dispositif de piégeage catalytique 1 depuis la fin de la dernière phase de régénération dudit dispositif.

15 L'invention permet d'estimer la masse d'oxydes d'azote piégée dans le dispositif de piégeage catalytique de manière précise, en tenant compte simultanément d'un modèle thermique et d'un modèle d'adsorption dans le dispositif de piégeage catalytique.

20 L'invention permet également d'estimer avec précision le débit massique d'oxydes d'azote en sortie du dispositif de piégeage catalytique.

25 L'invention permet en outre de commander la régénération du dispositif de piégeage catalytique par fonctionnement du moteur en mélange riche en carburant pendant une courte durée préterminée, à partir de l'estimation de la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique, et de sa comparaison avec une valeur préterminée.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, et traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4) comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé par le fait que :

- 5 - on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique (1) en plusieurs (n) réacteurs individuels (6, 7) successifs parfaitement agités ; et
- 10 - on combine un modèle thermique, permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3).

15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on effectue une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i ($i=1$ à n) étant une fonction pré-déterminée de la température de la phase catalytique du réacteur individuel i, ladite capacité de stockage étant une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i, le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique (1), et son empoisonnement au soufre.

30 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on calcule la masse d'oxydes d'azote adsorbée instantanément ($\text{d}M_{\text{NS}}/dt$) par le dispositif de piégeage catalytique (1) de chaque réacteur individuel i ($i=1$ à n) au moyen de la relation suivante :

REVENDICATIONS

1. Procédé de régénération périodique d'un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote comprenant une phase catalytique, et traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4) comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé par le fait que l'on estime la masse d'oxydes d'azote piégée dans le dispositif de piégeage catalytique (1), ladite estimation comprenant des étapes durant lesquelles :

- on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique (1) en plusieurs (n) réacteurs individuels (6, 7) successifs parfaitement agités ; et
- on combine un modèle thermique, permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3) ;
et on régénère ladite phase catalytique en fonction d'une comparaison de ladite estimation de masse piégée d'oxydes d'azote, en commandant le fonctionnement du moteur en mélange riche en carburant pendant une courte durée prédéterminée.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on effectue une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i ($i=1$ à n) étant une fonction prédéterminée de la température de la phase catalytique du réacteur individuel i , ladite capacité de stockage étant une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du

$$\frac{dNS_i}{dt} = NOx_i * Eff_i$$

dans laquelle :

NOx_i : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du réacteur individuel i, en g/s, NOx_1 calculé ;

5 Eff_i : efficacité de stockage instantanée dans le réacteur individuel i, fonction prédéterminée de NS_i/NSC_i et de T_i, obtenue par bouclage du calcul de NS_i/NSC_i ;

NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i , en g ;

10 NSC_i : masse maximale d'oxydes d'azote pouvant être stockée par le réacteur i, en g

T_i : température de la phase catalytique en entrée du réacteur individuel i, calculée par le modèle thermique, en K.

15 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on calcule la masse d'oxydes d'azote (NS_i) présente dans le réacteur individuel i au moyen de la relation suivante :

$$NS_i = \int_{t_0}^t \left(\frac{dNS_i}{dt} \right) dt + NS_i(t_0)$$

dans laquelle :

20 intervalle t_0 à t : intervalle de temps entre la fin (t_0) de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique (1) et l'instant présent (t), en s ; et

NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i , en g.

25 NS_i(t_0) : masse estimée d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i à l'instant t_0 correspondant à la fin de la dernière phase de régénération du dispositif catalytique (1), en g.

30 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on calcule la masse totale (NS) d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique (1) au moyen de la relation suivante :

$$NS = \sum_{i=1}^n NS_i$$

réacteur individuel i, le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique (1), et son empoisonnement au soufre.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on calcule la masse d'oxydes d'azote adsorbée instantanément (dNS_i/dt) par le dispositif de piégeage catalytique (1) de chaque réacteur individuel i ($i=1$ à n) au moyen de la relation suivante :

$$\frac{dNS_i}{dt} = NOx_i * Eff_i$$

dans laquelle :

NOx_i : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du réacteur individuel i, en g/s, NOx_1 calculé ;

Eff_i : efficacité de stockage instantanée dans le réacteur individuel i, fonction prédéterminée de NS_i/NSC_i et de T_i , obtenue par bouclage du calcul de NS_i/NSC_i ;

NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i , en g ;

NSC_i : masse maximale d'oxydes d'azote pouvant être stockée par le réacteur i, en g

T_i : température de la phase catalytique en entrée du réacteur individuel i, calculée par le modèle thermique, en K.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on calcule la masse d'oxydes d'azote (NS_i) présente dans le réacteur individuel i au moyen de la relation suivante :

$$NS_i = \int_{t_0}^t \left(\frac{dNS_i}{dt} \right) dt + NS_i(t_0)$$

dans laquelle :

intervalle t_0 à t : intervalle de temps entre la fin (t_0) de la dernière phase de régénération du dispositif de piégeage catalytique (1) et l'instant présent (t), en s ; et

NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i , en g.

$NS_i(t_0)$: masse estimée d'oxydes d'azote présente dans le réacteur i à l'instant t_0 correspondant à la fin de la dernière phase de régénération du dispositif catalytique (1), en g.

dans laquelle :

NS : masse totale d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique (1), en g ; et

5 NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur individuel i, en g.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on calcule le débit d'oxydes d'azote non traités quittant le dernier réacteur n, au moyen de la relation suivante :

$$10 \quad NOx_{sortie\ échappement} = NOx_n * (1 - Eff_n)$$

dans laquelle :

NOx_sortie échappement : débit massique d'oxydes d'azote non traités, en sortie d'échappement après traversée du dispositif de piégeage catalytique (1), en g/s ;

15 NOx_n : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du dernier réacteur n, en g/s ; et

Eff_n : efficacité de stockage instantanée dans le dernier réacteur n.

20 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que l'on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique (1) en un nombre de réacteurs individuels successifs parfaitement agités compris entre 1 et 6.

25 8. Dispositif d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote, comprenant une phase catalytique, et traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4), comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé en ce qu'il comprend :

- 30 - des moyens pour discrétiser la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en plusieurs (n) réacteurs individuels successifs parfaitement agités ; et
- des moyens pour estimer la masse d'oxydes d'azote présente dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en combinant un modèle

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'on calcule la masse totale (NS) d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique (1) au moyen de la relation suivante :

$$NS = \sum_{i=1}^n NS_i$$

dans laquelle :

NS : masse totale d'oxydes d'azote stockée dans l'ensemble du dispositif de piégeage catalytique (1), en g ; et

NS_i : masse d'oxydes d'azote présente dans le réacteur individuel i, en g.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on calcule le débit d'oxydes d'azote non traités quittant le dernier réacteur n, au moyen de la relation suivante :

$$NOx_{sortie\ échappement} = NOx_n * (1 - Eff_n)$$

dans laquelle :

NOx_{sortie échappement} : débit massique d'oxydes d'azote non traités, en sortie d'échappement après traversée du dispositif de piégeage catalytique (1), en g/s ;

NOx_n : débit massique d'oxydes d'azote en entrée du dernier réacteur n, en g/s ; et

Eff_n : efficacité de stockage instantanée dans le dernier réacteur n.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que l'on discrétise la géométrie du dispositif de piégeage catalytique (1) en un nombre de réacteurs individuels successifs parfaitement agités compris entre 1 et 6.

8. Dispositif de régénération périodique d'un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote comprenant une phase catalytique, et traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4), comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'estimation de la masse d'oxydes d'azote piégée dans le

thermique permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour effectuer une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i , ladite correction étant une fonction prédéterminée de la température d'entrée du réacteur individuel i , et ladite capacité de stockage étant une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i , le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique (1), et son empoisonnement au soufre.

10. Procédé de régénération périodique d'un dispositif de piégeage catalytique (1) d'oxydes d'azote traversé par les gaz d'échappement (2) d'un moteur (3) à combustion interne de véhicule automobile (4) comportant une unité de contrôle électronique (5), caractérisé par le fait que l'on estime la masse d'oxydes d'azote piégée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) au moyen du procédé selon les revendications 6 ou 7, ou avec un dispositif selon les revendications 8 ou 9.

dispositif de piégeage catalytique (1), lesdits moyens d'estimation comprenant :

- des moyens pour discréteriser la géométrie du dispositif de piégeage catalytique en plusieurs (n) réacteurs individuels successifs parfaitement agités ; et
- des moyens pour estimer la masse d'oxydes d'azote présente dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en combinant un modèle thermique permettant de calculer la variation de la température de la phase catalytique du dispositif de piégeage catalytique (1) lors de la traversée des gaz d'échappement, et un modèle d'adsorption permettant de calculer à tout instant la masse d'oxydes d'azote stockée dans le dispositif de piégeage catalytique (1) en fonction des caractéristiques du dispositif de piégeage catalytique (1), des températures issues du modèle thermique pour chaque réacteur individuel, et du débit massique de gaz d'échappement du moteur (3).

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens d'estimation comprennent des moyens pour effectuer une correction sur la capacité de stockage du dispositif de piégeage catalytique (1) en oxydes d'azote de chaque réacteur individuel i de rang i, ladite correction étant une fonction prédéterminée de la température d'entrée du réacteur individuel i, et ladite capacité de stockage étant une fonction de paramètres correctifs comprenant la vitesse volumique horaire du réacteur individuel i, le vieillissement du dispositif de piégeage catalytique (1), et son empoisonnement au soufre.

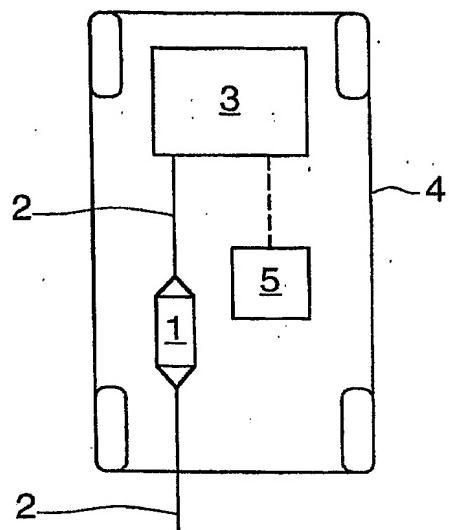
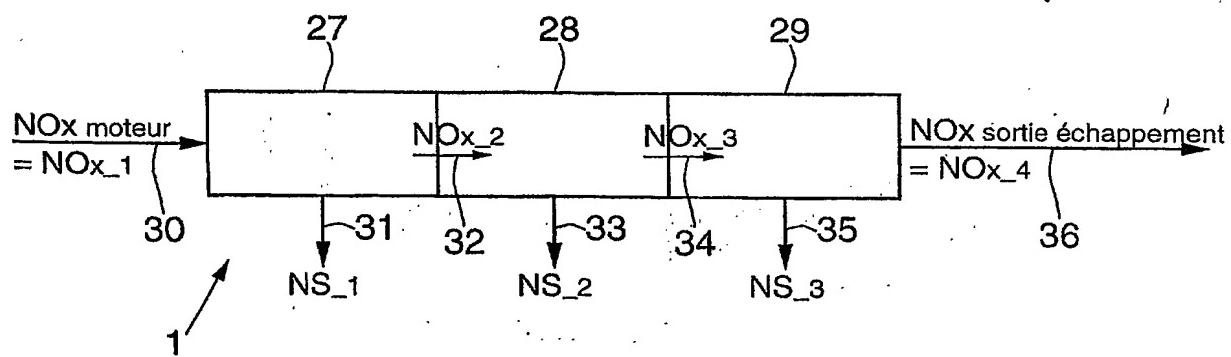
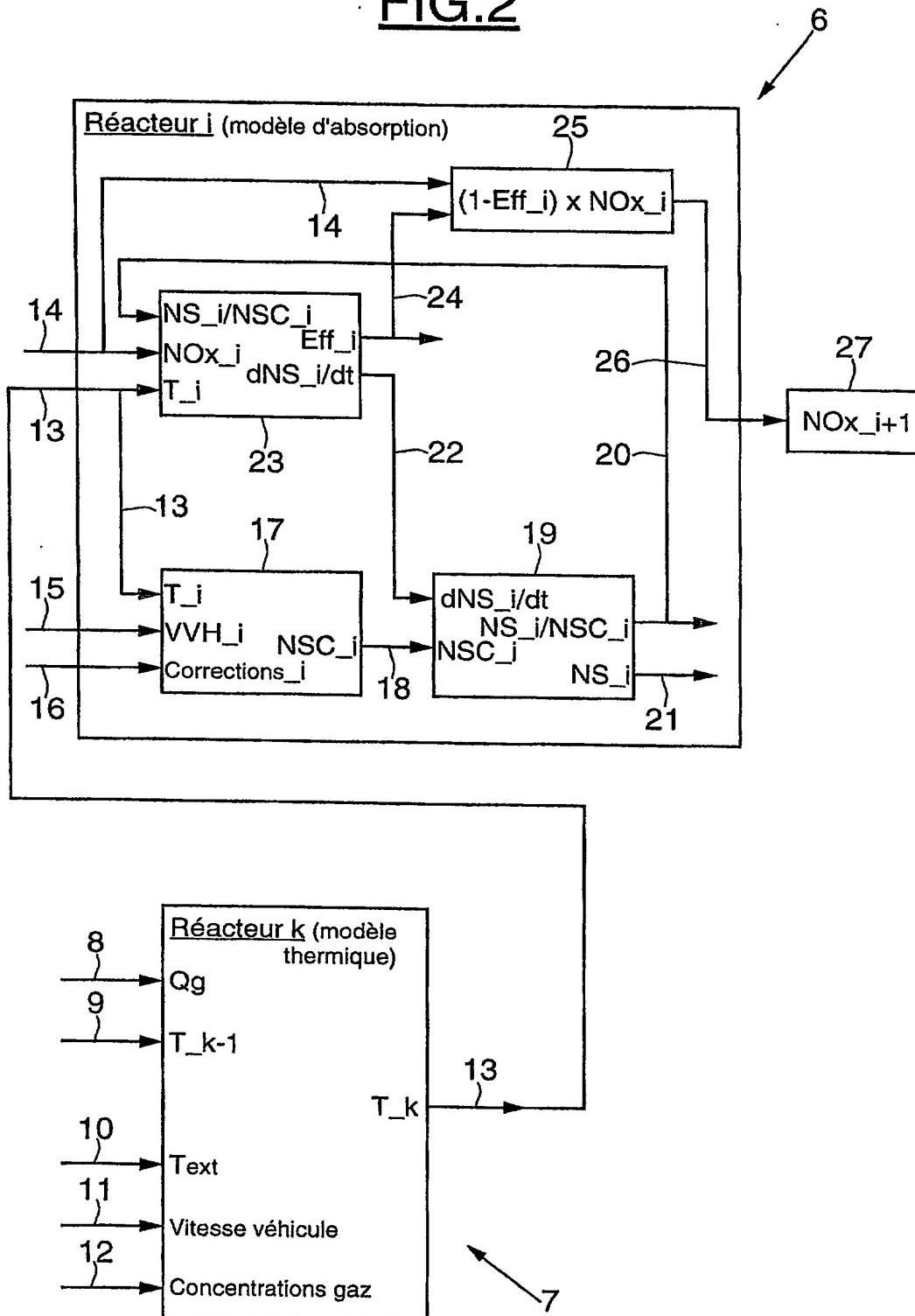
FIG.1FIG.3

FIG.2

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../2..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

INV

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B03/0226FR-NC
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0307889
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Procédé et dispositif d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piegeage catalytique de véhicule automobile		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
Société par actions simplifiée dite : RENAULT s.a.s		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1 Nom		BARRILLON
Prénoms		Pascal
Adresse	Rue	41, rue J.P. Timbaud
	Code postal et ville	91213·0 ISSY-LES-MOULINEAUX
Société d'appartenance (facultatif)		
2 Nom		COCHET
Prénoms		Stéphane
Adresse	Rue	6, Place Royale
	Code postal et ville	78000 VERSAILLES
Société d'appartenance (facultatif)		
3 Nom		GAUVIN
Prénoms		Fabrice
Adresse	Rue	14, résidence les acacias
	Code postal et ville	91154·0 MENNECY
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S)		Paris, le 30 Juin 2003
DU (DES) DEMANDEUR(S)		
OU DU MANDATAIRE		
(Nom et qualité du signataire)		
Axel CASALONGA, bni 92 1044 I		
Conseil en Propriété Industrielle		

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

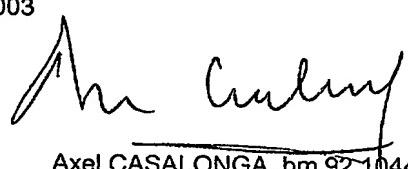
DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2.../2...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

INV

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)	B03/0096FR-GBR														
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	03 67889														
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)															
Procédé et dispositif d'estimation d'une masse d'oxydes d'azote stockée dans un dispositif de piegeage catalytique de véhicule automobile															
LE(S) DEMANDEUR(S) :															
Société par actions simplifiée dite : RENAULT s.a.s															
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :															
<table border="1"> <tr> <td>1 Nom</td> <td>MEURISSE</td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td>Olivier</td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td>21, rue des Iris</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>[9 2 1 6 . 0] ANTONY</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		1 Nom	MEURISSE	Prénoms	Olivier	Adresse	Rue		21, rue des Iris		Code postal et ville		[9 2 1 6 . 0] ANTONY	Société d'appartenance (facultatif)	
1 Nom	MEURISSE														
Prénoms	Olivier														
Adresse	Rue														
	21, rue des Iris														
	Code postal et ville														
	[9 2 1 6 . 0] ANTONY														
Société d'appartenance (facultatif)															
<table border="1"> <tr> <td>2 Nom</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>[]</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		2 Nom		Prénoms		Adresse	Rue				Code postal et ville		[]	Société d'appartenance (facultatif)	
2 Nom															
Prénoms															
Adresse	Rue														
	Code postal et ville														
	[]														
Société d'appartenance (facultatif)															
<table border="1"> <tr> <td>3 Nom</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prénoms</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Adresse</td> <td>Rue</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Code postal et ville</td> </tr> <tr> <td></td> <td>[]</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Société d'appartenance (facultatif)</td> </tr> </table>		3 Nom		Prénoms		Adresse	Rue				Code postal et ville		[]	Société d'appartenance (facultatif)	
3 Nom															
Prénoms															
Adresse	Rue														
	Code postal et ville														
	[]														
Société d'appartenance (facultatif)															
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.															
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)															
Paris, le 30 Juin 2003  Axel CASALONGA, bm 9210441 Conseil en Propriété Industrielle															

PCT/FR2004/001615

